

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **09246814 A**(43)Date of publication of application: **19.09.97**

(51)Int. Cl. **H01P 3/08**  
**H01L 39/02**  
**H01P 11/00**

(21)Application number: **08049680**(22)Date of filing: **07.03.96**(71)Applicant: **IDOUTAI TSUSHIN SENTAN GIJUTSU  
KENKYUSHO:KK**(72)Inventor: **TSUZUKI GENICHI**

(54)HIGH FREQUENCY TRANSMISSION LINE

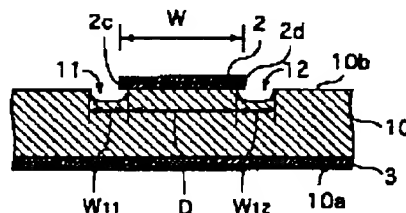
of the conductor 2 is reduced.

(57)Abstract:

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the transmission loss by forming a groove to a part of a dielectric board in contact with a conductor ridge so as to relax a partial electric field concentration in the conductor thereby decreasing a current density of the part and by employing a superconductor for the conductor material.

SOLUTION: A ground conductor 3 is provided to a lower face 10a and a strip conductor 2 with a prescribed width W is provided to an upper side face 10b of a dielectric board 10 and grooves 11, 12 are made to the upper face 10b. Then ridges 2c, 2d of the strip conductor 2 are opposed to the dielectric board 10 with the grooves 11, 12 inbetween. Since the microstrip line is mostly in use under the environment of atmosphere, the both are opposed to each other with the internal 'air' in the inside of the grooves 11, 12 as a dielectric layer. The dielectric flux density is decreased to realize the concentration of the electric field by interposing the 'air' between the ridges 2c, 2d of the conductor 2 and the board 10 to decrease the dielectric constant between them and then the current density of the ridges 2c, 2d



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-246814

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 P 3/08	Z A A		H 0 1 P 3/08	Z A A
H 0 1 L 39/02	Z A A		H 0 1 L 39/02	Z A A B
H 0 1 P 11/00			H 0 1 P 11/00	G

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-49680

(22) 出願日 平成8年(1996)3月7日

(71) 出願人 595000793

株式会社移動体通信先端技術研究所  
愛知県日進市米野木町南山500番地1

(72) 発明者 都築 玄一

愛知県日進市米野木町南山500番地1 株  
式会社移動体通信先端技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 有我 軍一郎

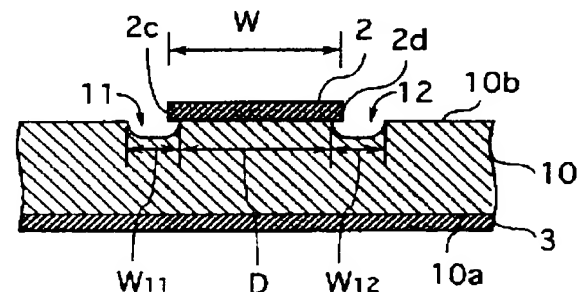
(54) 【発明の名称】 高周波用伝送線路

(57) 【要約】

【課題】 導体内の部分的な電界集中を緩和して当該部分の電流密度を下げることにより、例えば、導体材料に超伝導体を利用して伝送損失の大幅な低減を図る際の障害をなくす。

【解決手段】 誘電体基板と該誘電体基板の表面に設けられた導体とを有する高周波用伝送線路において、前記誘電体基板の前記導体縁部に接する部分に溝を形成する。誘電体基板と導体縁部との間に空気が介在し、この空気の誘電率が誘電体基板の誘電率よりも必ず小さいため、当該縁部の電束密度が引き下げられ、当該縁部における電流密度が小さくなり、例えば、導体材料に超伝導体を利用して伝送損失の大幅な低減を図る際の障害が解消される。

一実施例の概念構造図



2 : ストリップ導体 (導体)

2c、2d : 縁部

10 : 誘電体基板

11、12 : 溝

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】誘電体基板と該誘電体基板の表面に設けられた導体とを有する高周波用伝送線路において、前記誘電体基板の前記導体縁部に接する部分に溝を形成したことを特徴とする高周波用伝送線路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体基板の少なくとも一方向に導体を有する構造の高周波用伝送線路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】マイクロストリップ線路は、誘電体基板の少なくとも一方向に導体を有する構造の高周波伝送線路の典型例であり、図5及び図6に示すように、誘電体基板1の両面に所定幅Wのストリップ導体2と接地導体3とをそれぞれ設けて構成されている。マイクロストリップ線路は、一種の平行2導体線路として機能する。すなわち、ストリップ導体2と接地導体3の間に電界、それに垂直に磁界（磁界はストリップ導体2を伝わる高周波信号の伝播方向にも垂直）が存在し、伝送モードはほぼTEM波（電波の進行方向に対して電界と磁界が垂直な波）で、伝送エネルギーの大部分は誘電体基板1の内部を伝わる。

【0003】なお、図6において、ストリップ導体2と接地導体3の間の矢印線は、電界の状態を表す指力線である。矢印の向きはストリップ導体2を正電荷、接地導体3を負電荷と仮定したときの電界の向きである。電界の強さは指力線の密度（電束密度）で表され、密度が高くなるほど電界が強くなる。マイクロストリップ線路は、同軸線路並みの小さな伝送損失が得られると共に、半導体集積技術を応用できるため、再現性や量産性及び経済性に優れ、しかも、小形・軽量化を図ることができることから、マイクロ波・ミリ波用伝送線路に用いられるほか、周波数フィルタや電力分配器、方向性結合器などの各種受動回路デバイスにも多用されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来構造の高周波伝送線路にあっては、図6に示すように、ストリップ導体2のエッジ2a、2bの部分の電束密度が他の部分の電束密度よりも高いため、エッジ2a、2bの部分に電界が集中し、その結果、このエッジ2a、2bの部分の電流密度が他の部分に比べて大きくなるという不都合がある。

【0005】特に、下側のエッジ2bは、空気よりも高誘電率の誘電体基板1に接しているため、この下側のエッジ2bの部分の電流密度がストリップ導体2のあらゆる部分の電流密度よりもはるかに大きいという傾向がある。このことは、例えば、ストリップ導体2を超伝導体で構成した場合に、下側のエッジ2bの部分で臨界電流（超伝導状態を維持できる上限電流）を越えやすくなる

ことを示唆しているから、特に、超伝導体を利用して伝送損失の大幅な低減を達成しようとする際の障害となり、早急に解決すべき技術課題である。

【0006】なお、この技術課題は、マイクロストリップ線路だけでなく、図7に示すように、誘電体基板4の同一面に複数の導体5、6を取り付けた構造（コプレーナ構造）を有する高周伝送波線路、例えば、スロット線路、共平面形導波線路、共平面ストリップ線路、2重層スロット線路などにあっても同じく存在する。誘電体基板4を通る指力線は、誘電体基板4に接する導体5、6のエッジ部分5a、6aにも同様に集中するからである。

【0007】そこで、本発明は、導体内の部分的な電界集中を緩和して当該部分の電流密度を下げることにより、例えば、導体材料に超伝導体を利用して伝送損失の大幅な低減を図る際の障害をなくすことを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、誘電体基板と該誘電体基板の表面に設けられた導体とを有する高周波用伝送線路において、前記誘電体基板の前記導体縁部に接する部分に溝を形成したことを特徴とするものである。これによれば、誘電体基板と導体縁部との間に溝が介在し、この溝内の空気の誘電率（dielectric constant）が誘電体基板の誘電率よりも必ず小さいため、当該縁部の電束密度が引き下げられ、当該縁部における電流密度が小さくなる。したがって、例えば、導体材料に超伝導体を利用して伝送損失の大幅な低減を図る際の障害が解消される。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る高周波用伝送線路の一実施例を示す図であり、マイクロストリップ線路への適用例である。なお、本実施例において、従来例（図5、図6）と共通する構成要素には同一の符号を付してある。

【0010】図1において、10は本実施例の特徴的な事項を備えた誘電体基板である。すなわち、本実施例の誘電体基板10は、その下側の面10aに接地導体2を有し、上側の面10bに所定幅Wのストリップ導体2（発明の要旨に記載の導体に相当）を有する点で従来例と共通するが、発明の要旨に記載の表面に相当する上側の面10bに溝11、12を有する点で相違する。

【0011】溝11、12の間隔Dは、ストリップ導体2の幅Wよりも狭く、かつ、間隔Dの中心は幅Wの中心にはほぼ一致し、さらに、溝11、12の幅 $W_{11}$ 、 $W_{12}$ は、少なくともストリップ導体2の幅Wと間隔Dとの差（ $W-D$ ）よりも大きくなるよう設定（ $W-D < W_{11}$  及び  $W-D < W_{12}$ ）されている。このような構造において、ストリップ導体2の縁部2c、2dは、溝11、12を間にして誘電体基板10と対向し、マイクロストリ

ップ線路の使用環境は多くの場合、大気中であるから、結局、両者は溝11、12内部の“空気”を誘電体層として対向することになる。なお、宇宙環境における真空の誘電率も大気のそれと大差なく、空気の誘電率=真空の誘電率と考えても差し支えない。

【0012】ここで、空気の誘電率は空気以外の物質の誘電率よりも小さく、アルミナセラミック、溶融石英、サファイアまたはチタン酸ストロンチウム( $\text{SrTiO}_3$ )などの物質からなる誘電体基板10の誘電率よりも当然小さい。したがって、誘電率 $\epsilon$ は、次式①に示すように、

$$D = \epsilon E \quad \cdots \cdots \text{①}$$

電場 $E$ と電束密度 $D$ との線形関係を表す比例定数であるから、ストリップ導体2の縁部2c、2dと誘電体基板10との間に“空気”(または真空)を介在させ、両者の間の誘電率 $\epsilon$ を小さくすることにより、電束密度 $D$ を引き下げて電界集中を緩和でき、ストリップ導体2の縁部2c、2dの電流密度を小さくすることができる。その結果、例えば、ストリップ導体2の材料に超伝導体を利用して伝送損失の大幅な低減を図る際の障害を解消することができるという従来技術にない格別有利な効果が得られる。

【0013】図2は、上記実施例のマイクロストリップ線路に適用して好ましい製造工程図である。まず、図2(a)に示すように、下側の面10aに接地導体3を形成し、かつ、上側の表面10bにストリップ導体2を形成した誘電体基板10の上側の面10bに図1の溝11、12の幅 $W_{11}$ 、 $W_{12}$ より若干狭い幅 $W_{13}$ の開口パターン13aを有するフォトレジスト13を塗布する。次いで、図2(b)に示すように、イオンビームなどの荷電粒子ビームをフォトレジスト13に照射して誘電体基板10に開口パターン13aとほぼ同一形状の深穴10eを掘り込み、そして、図2(c)に示すように、少なくとも深穴10eの部分をも所定の溶液に浸して深穴10eを化学的エッチングすれば、深穴10eの内壁がほぼ均一にエッチングされ、その結果、ストリップ導体2の縁部2c(または2d)に接する誘電体基板10の一部が除去されて所望断面形状の溝11(または12)が作られるから、後は、フォトレジスト13を取り除くだけで、図2(d)の構造のマイクロストリップ線路が得られる。

【0014】図3は、上記実施例のマイクロストリップ線路に適用して好ましい他の製造工程図であり、特に、超伝導体材を用いてストリップ導体を形成する場合に、その超伝導体材の結晶性を良好にすることができ、伝送損失の一層大幅な低減を達成できる有益な製造例である。この製造例では、まず、図3(a)に示すように、下側の面10aに接地導体3を形成した誘電体基板10の上側の面10bに、イオンビームなどの荷電粒子ビームを照射して図1の溝11、12の幅 $W_{11}$ 、 $W_{12}$ とほぼ

同一幅 $W_{14}$ の深穴14を掘り込む。なお、誘電体基板10は単結晶の基板であり、その結晶格子定数が所定の超伝導体材(例えばYBCO系)の結晶格子定数に近い基板材料を用いる。

【0015】次いで、図3(b)に示すように、誘電体基板10の上側の面10bに、誘電体基板10の結晶格子定数に一致し又は近い結晶格子定数を持つ材料(好ましくは金)を用いたバッファ層15をエピタキシャル成長(単結晶成長)させた後、このバッファ層15を研磨して、図3(c)に示すように、深穴14内のバッファ層15だけを残して他は除去し、誘電体基板10の上側の面10bを平滑化する。次いで、図3(d)に示すように、誘電体基板10の上側の面10b及び残されたバッファ層15の表面に、所定の超伝導体材をエピタキシャル成長させて超伝導膜16を形成する。そして、図3(e)に示すように、この超伝導膜16をバターニングしてストリップ導体2を形成し、最後に、図3(f)に示すように、深穴14内のバッファ層15を所定の溶液(例えば金の場合にはヨウ化カリウム溶液)で溶解することにより、上記実施例に用いて好適な構造のマイクロストリップ線路が得られる。しかも、この製造例では、図3(d)に示すように、何れも単結晶の誘電体基板10とバッファ層15の上に、格子定数の近い超伝導膜16をエピタキシャル成長させるため、結晶性のよい(すなわち単結晶の)超伝導膜16を得ることができ、ストリップ導体2の電気的抵抗を局限して伝送損失の一層大幅な低減を達成できるという格別有利な効果が得られる。

【0016】なお、この製造例において、ストリップ導体2を通常の金属で形成してもよいことは勿論であり、この場合、誘電体基板10やバッファ層15の結晶性を考慮する必要はなく、超伝導膜16を通常の金属膜と読み替えればよい。また、上記実施例はマイクロストリップ線路への適用例であるが、本発明はこの例に限らず、コプレーナ構造を有する高周伝送波線路(図7参照)にも適用できる。

【0017】さらに、上記実施例では、誘電体基板の両面にそれぞれ接地導体とストリップ導体を形成したものを例にしたが、例えば、図4に示すように、一方面に接地導体20を形成すると共に他方面に溝21、22を形成した誘電体基板23と、一方面にストリップ導体24を形成した他の基板25とを用意し、誘電体基板23の溝21、22の上にストリップ導体24の縁部24a、24bが来るように両基板23、25を位置合わせして積み重ね、両者を接着してもよい。

【0018】

【発明の効果】本発明によれば、誘電体基板と導体縁部との間に空気が介在し、この空気の誘電率は誘電体基板の誘電率よりも小さいので、当該縁部の電束密度を引き下げることができ、当該縁部における電流密度を小さく

5

することができる。したがって、例えば、導体材料に超伝導体を利用する際の障害を解消でき、マイクロ波・ミリ波用伝送線路や各種受動回路デバイスの伝送損失を大幅に低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の概念構造図である。

【図2】一実施例の製造工程図である。

【図3】一実施例の他の製造工程図である。

【図4】一実施例の他の概念構造図である。

【図5】従来例の要部概略外観図である。

【図6】従来例の概念構造図である。

6

【図7】従来例のコプレーナ構造の概念構造図である。

【符号の説明】

2：ストリップ導体（導体）

2c、2d：縁部

10：誘電体基板

11、12：溝

21、22：溝

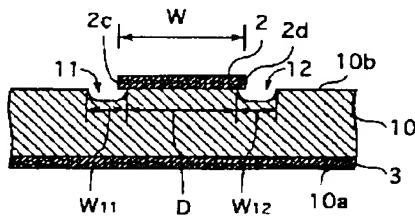
23：誘電体基板

24：ストリップ導体（導体）

10 24a、24b：縁部

【図1】

一実施例の概念構造図



2：ストリップ導体（導体）

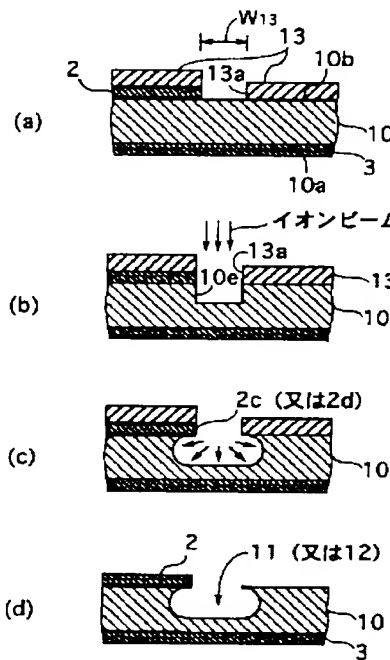
2c、2d：縁部

10：誘電体基板

11、12：溝

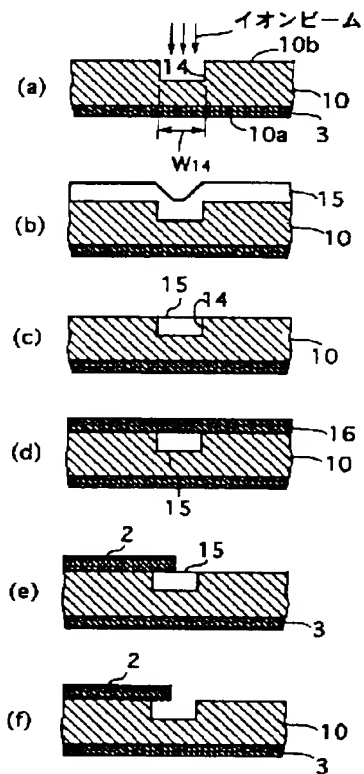
【図2】

一実施例の製造工程図



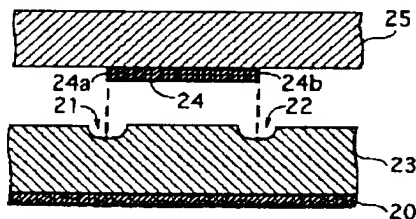
【図3】

一実施例の他の製造工程図



【図4】

一実施例の他の概念構造図



21、22：溝

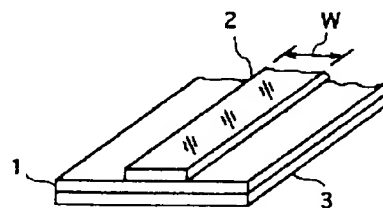
23：誘電体基板

24：ストリップ導体（導体）

24a、24b：縁部

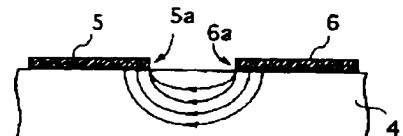
【図5】

従来例の要部概略外観図



【図7】

従来例のコプレーナ構造の概念構造図



【図6】

従来例の概念構造図

